

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-295181  
(43)Date of publication of application : 21.10.1994

(51)Int.Cl. G10K 11/04  
H01L 41/08  
H03H 9/02  
H03H 9/17  
H03H 9/56  
H04R 1/28

(21)Application number : 06-024973 (71)Applicant : MOTOROLA INC  
(22)Date of filing : 28.01.1994 (72)Inventor : DWORSKY LAWRENCE N  
MANG LUKE C B

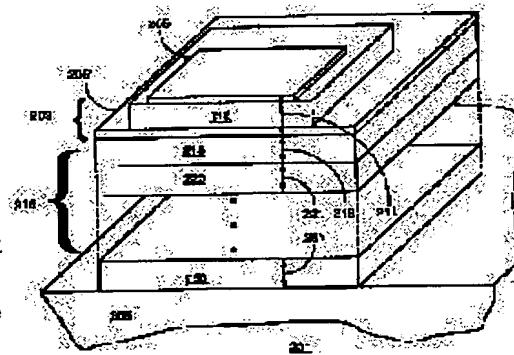
(30)Priority  
Priority number : 93 11924 Priority date : 01.02.1993 Priority country : US

## (54) FREQUENCY SELECTING CONSTITUTION ELEMENT

(57) Abstract:

**PURPOSE:** To provide the frequency selecting constitution element which is mechanically robust and a method for forming the frequency selecting constitution element.

**CONSTITUTION:** The frequency selecting constitution element 201 includes a substrate 255 which has at least a 1st surface and an acoustic impedance transducer 218 which is coupled with the substrate 255. The acoustic impedance transducer 218 transduces the acoustic impedance of the substrate 255 into 2nd acoustic impedance. The frequency selecting constitution element 201 further includes a mechanical resonator 203 arranged on the acoustic impedance transducer 218. The frequency selecting constitution element 201 is provided with a frequency selecting function.



## **LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 29.01.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3119287  
[Date of registration] 13.10.2000  
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of extinction of right] 13.10.2003

Copyright (C) 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

# (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-295181

(43) 公開日 平成6年(1994)10月21日

(51) Int. C.I. <sup>5</sup>	識別記号	府内整理番号	F I	技術表示箇所
G 10 K 11/04		7346-5 H		
H 01 L 41/08				
H 03 H 9/02	M 7719-5 J			
9/17	F 7719-5 J			
	9274-4 M	H 01 L 41/08	Z	
審査請求 未請求 発明の数 4 FD			(全8頁)	最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平6-24973

(71) 出願人 390009597

モトローラ・インコーポレイテッド  
MOTOROLA INCORPORATED  
RED

(22) 出願日 平成6年(1994)1月28日

アメリカ合衆国イリノイ州シャンバーグ、  
イースト・アルゴンクイン・ロード1303

(31) 優先権主張番号 011924

(72) 発明者 ローレンス・ノア・ドロスキー  
アメリカ合衆国アリゾナ州スコットsdale、  
イースト・コチャイス・ドライブ9638

(32) 優先日 1993年2月1日

(72) 発明者 ルク・チョウン・ボー・マン  
アメリカ合衆国アリゾナ州フェニックス、  
イースト・オーワットキー3729

(33) 優先権主張国 米国(US)

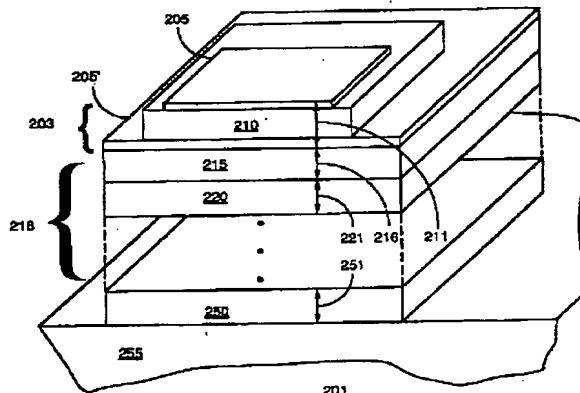
(74) 代理人 弁理士 本城 雅則 (外1名)

## (54) 【発明の名称】周波数選択構成要素

### (57) 【要約】

【目的】 機械的に堅固な周波数選択構成要素(201, 301)および周波数選択構成要素(201, 301)を作成する方法を提供する。

【構成】 前記周波数選択構成要素(201, 301)は、少なくとも第1面を有する基板(255)と、この基板(255)に結合された音響インピーダンス変換器(218)とを含む。前記音響インピーダンス変換器(218)は、基板(255)の音響インピーダンスを第2音響インピーダンスに変換する。周波数選択構成要素(201, 301)は、更に、前記音響インピーダンス変換器(218)上に配置された機械式共振子(203, 211)を含む。前記周波数選択構成要素(201, 301)は、周波数選択機能を設けるものである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】周波数選択構成要素(201, 301)であつて:第1面を有する基板(255);前記基板(255)に結合され、前記基板(255)の音響インピーダンスを第2音響インピーダンスに変換する音響インピーダンス変換手段(218);および前記音響インピーダンス変換手段(218)上に配置され、周波数選択機能を設ける音響共振手段(203, 301)、から成ることを特徴とする周波数選択構成要素。

【請求項2】音響共振器(201, 301)を作成する方法であつて:

- (a) 第1音響インピーダンスを有する基板材料(255)を用意するステップ;
- (b) 前記基板材料(255)上に音響反射器(218)を配置するステップ;および
- (c) 第1音響波長の1/4の厚さ(211; 320; 310')の圧電共振子(201, 301)を、前記音響反射器(218)に結合するステップ、

から成ることを特徴とする方法。

【請求項3】多層音響反射器(218)であつて:

- (a) 第1音響インピーダンスを有し、第1周波数における音響波長の1/4の厚さ(251)を含む第1層(250);
- (b) 前記第1音響インピーダンスより大きな第2音響インピーダンスを有し、前記第1周波数における音響周波数の1/4の厚さ(221)を含み、前記第1層(250)上に配置された第2層(220)、から成り、低音響インピーダンスを高音響インピーダンスに変換することを特徴とする前記多層音響反射器(218)。

【請求項4】無線周波数装置(890)において、音響共振器(201, 301)が:少なくとも第1面を有する基板(255);前記基板(255)に結合され、前記基板(255)の音響インピーダンスを第2音響インピーダンスに変換する、音響インピーダンス変換器(218);および前記音響インピーダンス変換器(218)上に配置され、音響波長の1/4の厚さ(211; 320; 310')を有し、周波数選択機能を備えた、音響共振器(201, 301)、から成ることを特徴とする無線周波数装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、一般的に微小加工された(microfabricated)周波数選択構成要素に関し、特に音響周波数選択素子、更に特定すれば薄膜型音響共振素子に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】周波数選択構成要素は、安定した周波数信号や、周波数ダイバーシティに基づいて信号間の判別を行う能力を必要とする、多くの電子製品にとって重要なものである。これらの機能は、トランジスタ、ダイオ

ード等他の微小電子構成要素と共に、モノリシック形状で信頼性が高くしかも再現性よく実現するのは困難である。

【0003】周波数選択機能を実現するための1つの手法は、1次元以上で振動を可能とされた質量(例えば、ふりこ)を用いることである。このような質量は、従来、例えば周囲或いは一縁部または端部のような重要な点で支持され、共振構造を形成する薄膜として、実現されてきた。このような構造は、機械的共振を明確に規定できるので、例えば発振回路におけるフィルタや周波数安定化フィードバック要素としての実用性は、重要である。

【0004】以前の薄膜共振器の重大な欠点は、自立薄膜メンブレン(free-standing thin film membrane)の作成を必要とすることである。典型的に、この作成は、犠牲層を形成し、その後薄膜メンブレンを付着させることによって行われる。犠牲層は、次に選択的に除去され、自己支持型薄膜層が残る。

【0005】これとは別に、薄膜層を付着させた基板材料を、背面側からエッチングして、メンブレンの下面にまで達する開口を設ける方法がある。これは、例えば、半導体材料のドーピングに感応するエッチング速度を有するエッチング液を用い、バルクの場合とは異なるドーピングを有する材料の表面層と合わせて用いることによって、達成することができる。その他の選択可能な方法には、組成および/または結晶(crystallography)形状、または配向が異なる、单一または複数の表面層を用いて、エッチングまたは他の処理に続いて薄膜層を形成し、その直下にある材料を幾分選択的に除去することが含まれる。数々のこのような技術は、G.R. Kline et al. の米国特許第4, 556, 812号、"Acoustic Resonator With Al Electrode On An AlN Layer And Using a GaAs Substrate"(1985年12月3日)、G. Dill の米国特許第3, 313, 959号、"Thin Film Resonance Device"(1967年4月11日)、T. Inoue et al の米国特許第4, 456, 850号、"Piezoelectric Composite Thin Film Resonator"(1984年6月26日)、G. R. Kline et al の米国特許第4, 502, 932号、"Acoustic Resonator And Method Of Making Same"(1985年3月5日)、Wang et al. の米国特許第4, 460, 756号、"Method Of Making A Piezoelectric Shear Wave Resonator"(1987年、2月3日)、H. Suzuki et al. の米国特許第4, 642, 508号、"Piezoelectric Resonating Device"(1987年2月10日)、J.S. Wang et al. の米国特許第4, 719, 383号、"Piezoelectric Shear Wave Resonator And Method Of Making Same"(1988年1月12日)、S. D. Brayman et al. の米国特許第5, 011, 568号、"Use Of Sol-Gel Derived Tant

50 alum Oxide As A Protective Coating For Etching Si

"licon" (1991年4月30日)、R. J. Weber et al. の米国特許第5,075,641号、"High Frequency Oscillator Comprising Thin Film Resonator And Active Device"、およびE. A. Mariani et al. の米国特許第5,162,691号、"Cantilevered Air-Gap Type Thin Film Piezoelectric Resonator" (1992年11月10日)に記載されており、これらの特許をここに参照として組み入れる。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】ある別の手法は、隣接する構造と容量的に結合された、片持ち梁状ビームの形成（例えば、このビームの下に配置された導体）を必要とする。このビームは自由に振動し、1つ以上の共振周波数を有する。これらの手法の欠点には、自立(free-standing)構造を必要とすること、およびビームが隣接構造と接触する場合または接触する時に、ビームがそれに接着する可能性があることが含まれる。

【0007】また、犠牲層および／または下層にある基板材料を除去する必要性があるため、製造の容易性が制限されると共に、外部から加えられる力に対して過度に脆弱な構造となってしまう。これらの因子は、製造歩留りを低下させ、更に完成後の共振器構成要素の堅牢性も低下させるよう作用する。

【0008】したがって、堅固な機械的支持部を有し周波数選択特性を備えた薄膜共振器を提供する装置、およびこの装置を形成する方法が、必要とされている。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】前述の問題を解決するために、少なくとも第1面を有する基板と、この基板に結合されている音響インピーダンス変換器と、該音響インピーダンス変換器上に配置された音響共振器とから成る、新規で改良された装置が提供される。前記音響インピーダンス変換器は、前記基板の音響インピーダンスを第2音響インピーダンスに変換する。前記音響共振器は、周波数選択機能を与える。

【0010】好適実施例では、前記音響共振器は、前記音響インピーダンス変換器上の第1電極と、該第1電極上の圧電材料の第1層と、該圧電材料の第1層上の第2電極とを含むことが望ましいが、これは必須ではない。圧電材料の第2層が前記第2電極上にあり、第3電極が前記ピエゾ材料の第2層上にある。前記第1、第2および第3電極は、それぞれ第1、第2および第3電気的接点となる。これら第1、第2および第3電極と、前記圧電材料の第1および第2層とは、音響波長の1/4の結合長を有する。

【0011】音響反射器が、第1音響インピーダンスを有する第1層と、前記第1音響インピーダンスより大きな第2音響インピーダンスを有する第2層とを含むことによって、実現されることが望ましい。前記第1および第2層は、前記第1周波数において音響波長の1/4の

厚さを有する。前記音響反射器は、低い音響インピーダンスを、高い音響インピーダンスに変換する。

【0012】本発明は、更に音響共振器を作成する方法も提供する。この方法は、第1音響インピーダンスを有する基板材料を用意するステップ、音響反射器を前記基板材料上に配置するステップ、および第1音響波長の1/4の厚さの圧電共振子を前記音響反射器に結合するステップから成る。

【0013】前記方法は、第2音響インピーダンスを有する複数の第1層を、前記基板材料上に配置するステップを含むことが望ましいが、必須ではない。前記複数の第1層は、各々厚さが前記第1音響波長の1/4である。また、前記方法は、第3音響インピーダンスを有する複数の第2層を前記基板材料上に配置するステップを含むことが望ましいが、必須ではない。前記複数の第2層は、各々厚さが前記第1音響波長の1/4である。前記第2および第3音響インピーダンスは互いに等しいものではない。

【0014】前記方法は、第1電極を前記音響反射器に結合するステップ、圧電材料層を前記第1電極に結合するステップ、および前記圧電材料層に第2電極を結合するステップを含むことが望ましいが、必須ではない。前記第1電極、ピエゾ材料層、および第2電極は、前記第1音響波長の1/4の結合長を有する。

【0015】他の好適実施例では、前記方法は、第1電極を前記音響反射器に結合するステップ、圧電材料層を前記第1電極に結合するステップ、第2電極を前記圧電材料層に結合するステップ、第2圧電層を前記第2電極に結合するステップ、および第3電極を前記第2圧電層に結合するステップを含むことが望ましいが、必須ではない。

## 【0016】

【実施例】本発明は、添付した特許請求の範囲において、特に開示されている。しかしながら、本発明のより完全な理解は、詳細な説明および特許請求の範囲を参照し、全ての図において同様な参照番号が同様の要素を示す図面に基づいてそれらを考慮することによって、得ることができよう。

【0017】図1は、音響共振器15の側断面を示す。音響共振器15は、基板110と、電極157、159ならびに厚さ152を有する圧電層150とから成る。厚さ152は、典型的に、音響波長の半分またはその奇数倍が選択される。

【0018】基板110は、圧電層150と電極157、159、およびトランジスタ、ダイオード、コンデンサー、抵抗器等のような、大きめな微小電子素子の一部として含まれる補助的構成要素（図示せず）のための機械的支持として機能する。基板110は、半導体材料（単数または複数）から成るか、或いはそれと互換性があると都合がよい（例えば、サファイア上のシリコン、

ガラス上の硫化カドミウム等)。現在特に関心のある半導体材料には、ダイヤモンド、シリコン、ゲルマニウム、ガリウムヒ素、燐化インディウム等のようなII-I-V属の材料、硫化カドミウム、酸化鉛(zinc oxide)等のようなII-VI属の材料、例えばSixGe<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub>、In<sub>x</sub>Al<sub>1-x</sub>P<sub>y</sub>のような合金が含まれるが、これらに限定するという意味ではない。立方体状半導体(例えば、Si, Ge, GaAs等)は、多くの場合{100}表面を有するウエハとして用意される。例え、その表面は研磨されるか、そうでなければ半導体素子の基板として用いるために用意される。他の有益な配向は、(1\*

$$V_a = (c/\rho) 0.5$$

音響反射係数 $\Gamma_z$ の一成分が、音響インピーダンスの不整合から生じ(例え異なる媒体間の界面において)、公知のインピーダンス不整合反射係数式と同様に示される。

$$\Gamma_z = (Z_t - Z_0) / (Z_0 + Z_t) \quad (3)$$

ここで、 $Z_t$ は、終端インピーダンス(terminating impedance)、 $Z_0$ は伝送媒体の特徴インピーダンスを表わす。したがって、自由表面は、過度に低いインピーダンスに対応し、-1の反射係数を与える。一方有限密度および/または剛性を有する表面は、+1の反射係数を与える。自由表面は、高インピーダンス表面が粒子の運動を「締め付ける(clamp)」間、粒子の運動を許す。したがって、高インピーダンス終端(termination)の例は、剛性があり密度の高い物質(例え、タンクステン)から成り、一方低インピーダンス終端は低剛性および低質量密度(mass density)(例えシリコンゴム、空気など)を有する物質である。

【0021】図2は、本発明による音響共振器201の、簡素化した等幅図である。音響共振器201は、音響反射器218の上に配置された1/4波長共振器203を含み、音響反射器218は基板255上に配置される。

【0022】1/4波長共振器203は、圧電層210の各側に電極205, 205'を備えている。電極205, 205'および圧電層210は厚さ211を有し、音響反射器218上にある。

【0023】音響反射器218は、複数の材料層を含む。ここでは、それらを、厚さ216を有する層215、厚さ221を有する層220、厚さ251を有する層250として表わす。層220, 250間に配されている他の層を、楕円で示す。層250は、基板110(図1)に類似する基板255上に配置される。

【0024】音響反射器218の層215, 220...250は、各々音響波長の1/4に等しい厚さ216, 221...251を有するように選択されると共に、異なる音響インピーダンスを有し、好適実施例では音響反射器218が高および低音響インピーダンス材料層を交互に含むように、選択される(例え、基板

\*10} および{111}面を含む。

【0019】半導体基板は、多くの場合ある程度「誤配向(misoriented)」されて用意され、半導体素子製造過程に関連する問題を回避するようしている。共振器構造の特定の細部によっては、これはその上に作成される音響共振器の詳細設計についての考慮を必要とすることがある。

【0020】音響インピーダンス $Z_a$ は、質量の密度および剛度と共に変化し、次の式で表わされる。

$$Z_a = (\rho * c) 0.5 \quad (1)$$

一方、音響速度 $V_a$ は次の式にしたがって変化する。

$$(2)$$

$255$ より高い音響インピーダンスを有する層250)。したがって、音響反射器218は、フェランチ効果(Ferranti effect)を呈する。これによって、音響反射器218が奇数の層215, 220, 250...で構成される時は、音響反射器218のような伝送線の第1端部における低インピーダンス(例え、基板255のインピーダンス)が、第2端部(例え、隣接する電極205')において高インピーダンスに変換される。これは、W. E. Newellの"Face-Mounted Piezoelectric Resonators"という論文(Proceedings of the IEEE, p. 575 ~581, June 1965)において論じられており、これを参照のためにここに組み入れる。

【0025】本出願人は、音響反射器218が低音響インピーダンスを有する材料(例え、基板255)の上に位置し、かつ音響反射器218が各々音響波長の1/4の長さを有する奇数の層から成る時、高インピーダンスをもたらすために音響反射器218を有用に用い得ることを発見した。音響反射器218がもたらす効果的なインピーダンスは、第1, 第3, 第5等の層(例え、層250, 215)が高音響インピーダンスを有し、かつ第2, 第4, 第6等の層(例え、層220)が低音響インピーダンスを有する時に増加する。

【0026】図2では、音響反射器218は一連の1/4波長部分から成るものとして表わされているが、インピーダンス変換は、多くの異なる技術によって実現できることを、当業者は認めるであろう。例え、テーパー状のインピーダンス媒体(例え、対数的/双曲線的/または特別に作成したインピーダンス概略(profile)を有用に用いることができる)を最適化して高インピーダンスをもたらすか、或いは長さ(厚さ)を縮小して所与のインピーダンス変換を行う等、公知の原理、または例えL. N. DworskyによるModern Transmission Line Theory and Applications(John Wiley and Sons、ニューヨーク、1979年)の第2章および引用文献において論じられた原理にしたがった技術によって実現できるが、これらに限定されることは意図していない。音響インピーダンスをテーパー状に形成するには、例え、基板255に最も近接する端部から共振器203に最も近

接する端部まで、音響反射器218の組成を変えればよい。このような組成変化は、複数の目標から連続的にスパッタリングを行い、各目標上でのドウェル時間(dwell time)を変化させることによって、または薄い材料層を付着し、各材料の連続層の数を変えることによって、或いは当技術において公知の他の多数の技術によって、有效地に実現される。

【0027】本出願人は、更に、音響反射器218がその一端において高音響インピーダンスをもたらす時は、当該一端に配置され電極205'，205を含む音響共振器および圧電材料210の厚さが、音響波長の1/4となると有益であることも発見した。これは、音響共振器の下表面が締め付けられているために可能となる。

【0028】図3は、本発明の第1好適実施例による、音響共振器301の簡素化した等幅図である。音響共振器301は、音響共振器203(図2)と類似しており、圧電層310の各側に電極305, 305"を含むと共に、圧電層310'の各側にも電極305", 305'を含む。圧電層310, 310'は、それぞれ厚さ320, 320'を有し、この厚さ320, 320'は、電極305, 305', 305"の厚さを含む。厚さ320, 320'全体で、本発明の第1好適実施例における音響波長の1/4の厚さとなる。電極305'は、電極205'(図2)に対応し、例えば、本発明の第1好適実施例の218(図2)のような音響反射器上\*

材料	C33	$\rho$
ZnO	2.31	5670
SiO <sub>2</sub>	0.79	2200
GaAs	1.12	5300
Al	1.11	2700
W	5.81	18400

表1 代表的な材料の音響特性

この他の材料の特性は、特に(among other places)、N T I Sおよび/またはD T I Cから入手可能な、A. Slobodnik et al.による、「Microwave Acoustics Handbook: Volume 1A. Surface Wave Velocities」と題された、Air Force Cambridge Research Laboratories Report AFCRL-TR-73-0597、およびこれに関連する巻、のような種々の情報源において得られる。これ以上の情報も、V. Risticによる、「Principles of Acoustic Devices」、ならびにB. Auldによる「Acoustic Fields and Waves in Solids」、第1および第2巻において見いだされる。

【0030】電極305, 305', 305"(図3)は、音響共振器301への電気的接続を行う。例えば、電極305, 305"は、関連する動キャパシタンス(capacitance)Cm1を有する入力電気ポートを備え、一方電極305", 305'は、関連する運動容量Cm2を有する出力電気ポートを備えてもよい。動キャパシタンスCmは、電気機械的結合係数K2によって、静電

(5)  
8

\*に配置される。

【0029】圧電層310, 310'(図3)および210(図2)は、例えば、AlN, ZnO, CdS等のような、許容し得る電気機械的結合係数を有する圧電(または電気歪み(electrostrictive))材料から成ることが望ましい。電極305, 305', 305"(図3)、および205, 205'(図2)は、低音響損失および好ましい導電特性を有する金属材料(例えば、アルミニウムまたはアルミニウム合金)の薄い層で構成されることが望ましい。反射器218(図2)は、ガラスのような音響伝搬損失が低い材料による複数の層で構成されることが望ましい。反射器218は、複数の金属層として実現するのが好都合であるが、そのような構成が、例えば電極205'(図2)または305'の接触を容易にすると共に、金属膜は最近の微小加工設備における製造およびパターニングに好都合であるからである。数種類の代表的な材料の縦音響特性(longitudinal acoustic properties)を、下の表1にまとめた。比較可能な剪断特性を採用して、剪断振動モードを用いる共振器をモデル化する。表1では、剛度C33を1011で除算して(N/m<sup>2</sup>)で表わし、密度ρをキログラム/m<sup>3</sup>で表わし、縦波の音速Vaをメートル/秒で表わし、単位領域当たりの音響インピーダンスZo/Aを107で除算して(ワット/m<sup>2</sup>/(m/s)<sup>2</sup>)で表わしてある。

Va	Zo/A
6388	3.62
5973	1.31
4597	2.44
6300	1.72
5450	10.1

表1 代表的な材料の音響特性

容量Cmと関係付けられている。即ち、Cm/C0=8K2/π2と表わされる。音響共振器のモデリングの詳細な説明は、V. E. Bottomによる「Introduction to Quartz Crystal Unit Design」(Van Nostrand Reinhold Company: ニューヨーク、1982)に見られる。

【0031】図4は、本発明の第1好適実施例による、共振器構造301(図3)の第1および第2部分の相対的動キャパシタンス(Cm1, Cm2)と、共振器全体の厚さに対する第1共振要素の厚さの比fとの関係を図示したものである。

【0032】本例では、電極305, 305"間で測定された動キャパシタンスCm1は、厚さ310を全体の厚さ310+310"と比較した(によって除算した)場合に得られる分数fに対して、図4の曲線405によって示されるように変化する。一方、電極305', 305"間で測定された動キャパシタンスCm2は、厚さ310'が波長の1/4から厚さ310を減じたものである場合の曲線410のように、(fに対して)変化する。

【0033】本発明の好適実施例では、本出願人は、分数  $f$  が望ましくは約  $f \approx 0.77$  で、 $C_{m1} \propto C_{m2}$  となる時に、最適な性能が得られることを発見した。「 $\infty$ 」は：ほぼ等しいことを意味する。 $C_{m1} \neq C_{m2}$  となるように分数  $f$  を選択すると、結果的に共振器外部にインダクタが必要となる。インダクタおよびそれに伴う損失を含むことにより、蓄積されたエネルギーの失われたエネルギーに対する比率（Q）が低下し、フィルタ損失およびフットプリント（footprint）が増加すると共に、フィルタの設計、構造および用法が複雑化することになる。例えば、分数  $f$  は、約 0.77 の 25% 以内の時有益であり、約 0.77 の 10% 以内が望ましく、約 0.77 の 5% が好ましい。

【0034】図5は、本発明の第1好適実施例による、図3の共振器構造の第1および第2部分に対する相対的静電分路容量と先に定義した分数  $f$ （図4）との関係を示すグラフである。図5において、曲線505は曲線405に対応し、曲線510は曲線410に対応する。 $f = 0.77$  を選択すると、約 2.5 : 1 の容量比が得られる。したがって、入力-A1B1-A2B2-出力というトポロジー（topology）を有する縦属接続された共振器を内蔵するフィルタは、非対称的な（即ち、異なる）入力および出力電気的インピーダンスを有することになる。ここでAおよびBは、例えば、先の例の入力電気ポートおよび出力電気ポートにそれぞれ対応し、添字1および2は第1および第2共振器にそれぞれ対応する。同様の入力および出力電気的インピーダンスを有することが望ましい用途においては、例えば、入力-A1B1-B2A2-出力のようなトポロジーを用いればよい。

#### 具体例

図6は、本発明による音響共振器の応答の測定結果を表わす線分を含む。図6の軸は、送信信号の強度（縦軸、0.5～0.8）対ギガヘルツで表わした周波数（横軸、0.6～2.2GHz）に、調整されている。線分610は、1ギガヘルツより僅かに高い周波数に厳格に規定された共振を示す。

【0035】応答の測定結果610は、図2の構造と一致する共振器から取られたもので、ここで、厚さ0.76マイクロメートルのWの3層（層250、215に対応する）間に、厚さ0.88マイクロメートルのA1の2層（層220に対応する）が挿入されて、GaAs基板（基板255に対応する）上に、音響反射器（音響反射器218に対応する）を形成する。これらの層にWおよびA1が選択されたのは、これらはかなりの音響インピーダンス比を得ることができ（先の表1を参照）、電気的接触が容易であり、しかも製造に都合がよいからである。厚さ0.84マイクロメートルのZnO層（圧電層210に対応する）が、音響反射器上に配置される。線分610において示される共振の周波数および先にあげた厚さは、表1の縦特性に関連して、この構造につい

て観察される共振が、縦モードよりはむしろ剪断モードに対応することを示唆している。縦モードは、上述の寸法および表1の物理的特性によれば、約 1.8GHz の共振周波数を有することが、予測される。

【0036】窒化シリコンの薄膜（約 1000 オングストローム）を、最上部のW層上およびZnO層上に、プラズマ強化化学蒸着法で付着させ、実験的共振器構造の種々の部分をパターニングするのに用いられたエッチング液から、それらの層を保護する。例えば、ZnO層は、HNO<sub>3</sub> : HCl : H<sub>2</sub>O（体積比 3 : 1 : 4）を用いてエッチングするが、このエッチング液はW、A1および／またはGaAsを侵食するので、基礎となる窒化シリコン層によってこのような侵食から保護する。WおよびA1層のパターンニングには、微細加工技術において公知のエッチング液が用いられる。

【0037】図7は、本発明による上述の音響フィルタの、無線周波数回路890における有益な使用法を示す、簡素化された概略図である。無線周波数回路890は、任意のダイプレクサ892からの信号を送出或いは受診するアンテナ891を備える。（ダイプレクサは、使用時に、送信機に結合される。）ダイプレクサ892は、入来する信号をフィルタ893に送る。フィルタ893は、得られる帯域制限された信号を增幅器894に渡す。增幅器894からの信号は、別の帯域制限フィルタ895を通じて、ミキサ896に達する。ミキサ896は、局所発振器897からの信号も、帯域制限フィルタ898を通じて受信する。ミキサ896からの混合信号は、帯域制限フィルタ899を通過し、ここで局所発振器信号が除去されて、結果的に得られた信号が出力800を通じて受信機のIFに送られる。

【0038】フィルタ893、895、898および／または899は、ここに記載したタイプの薄膜共振フィルタであり、本発明の構造および方法にしたがって作成されることが有利であるが、特定の所望機能にしたがって周波数またはその他の特性が変化するようなフィルタでもよい。例えば、フィルタ893は、受信機が処理対象とする帯域以外の入力RF周波数を除去する。これは、セルラ電話機およびページングの用途等で頻繁に必要とされるような狭域受信機には、特に有用である。加えて、局所発振器897は、周波数安定化要素のために、本発明による薄膜共振器を用いてもよい。

【0039】フィルタ895は、フィルタ893と同一のあるいは異なる通過帯域を有することができ、増幅器894によって発生されたいかなる望ましくない高調波、或いはフィルタ893によって除去されないその他の帯域外信号をも除去する。フィルタ898は、LO周波数を通過させ、望ましくないその高調波を遮断することが好ましい。フィルタ899は、ミキサ896によって生成される周波数の和または差を通過させ、局所発振器および入力RF周波数を阻止することが好ましい。こ

れは、通常出力800と接合されている、I F増幅器の入力段の飽和を避けるためには重要である。このように、本発明の薄膜共振フィルタの改善された特性の結果として、電子装置、特に無線機の特性が改善されることになる。

【0040】以上、特定の問題を克服し、従来技術の方法および機構に関して利点をもたらす、薄膜共振器および方法を説明した。本発明による公知の技術に対する改善は絶大である。従来技術の手法に伴う費用、複雑性、大きなサイズ、および疑似応答が回避される。

【0041】上述の特定実施例の説明は、本発明の全体的な性質を十分明らかにするので、他の者は現在の知識を応用することによって、全体的な概念から逸脱することなく、先の特定実施例を容易に改変および／または種々の用途に適用させることができよう。したがって、このような適用および改変は、開示された実施例の均等物の意味および範囲内のものと解釈すべきであり、そのように意図するものである。

【0042】ここで用いた文章および用語は、説明のためであり、限定のためのものではないことを理解すべきである。したがって、本発明は、その特許請求の範囲の精神および広範な範囲に該当する全ての代替、改造、均等および変更を含むことを意図するものである。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】従来技術による音響共振器の簡素化した側断面図。

【図2】本発明による音響共振器の簡素化した等幅図。

【図3】本発明の第1好適実施例による、音響共振器の簡素化した等幅図。

【図4】本発明の第1好適実施例による、図3の共振器構造の第1および第2部分についての、相対的動キャパシタンスを示すグラフ。

10 【図5】本発明の第1好適実施例による、図3の共振器構造の第1および第2部分についての、相対的静電分路容量を示すグラフ。

【図6】本発明による音響共振器からの応答の測定値を示すグラフ。

【図7】本発明による音響波フィルタを含む無線周波数装置の一部を示す、簡素化した概略図。

## 【符号の説明】

201, 301 音響共振器

218 音響反射器

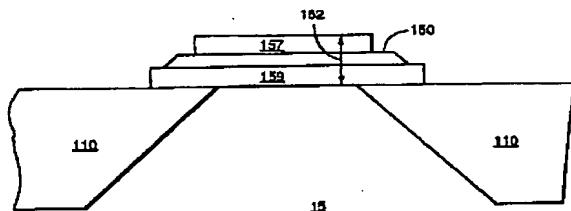
203 1/4波長共振器

255 基板

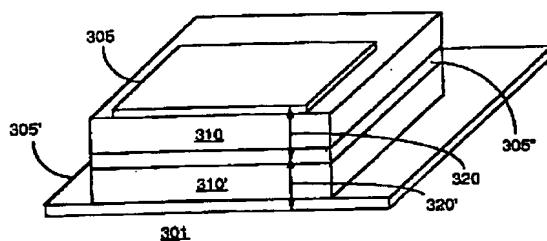
210 圧電層

205, 205' 電極

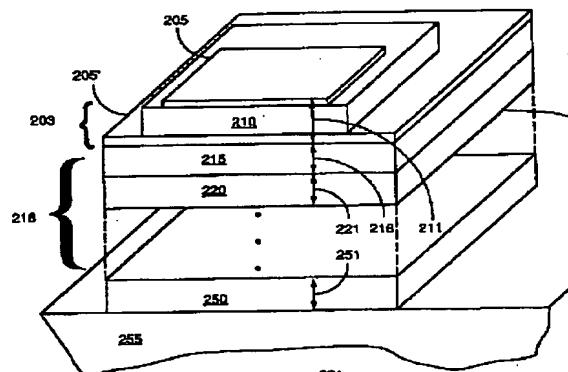
【図1】



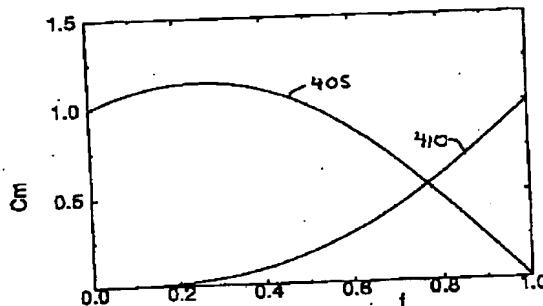
【図3】



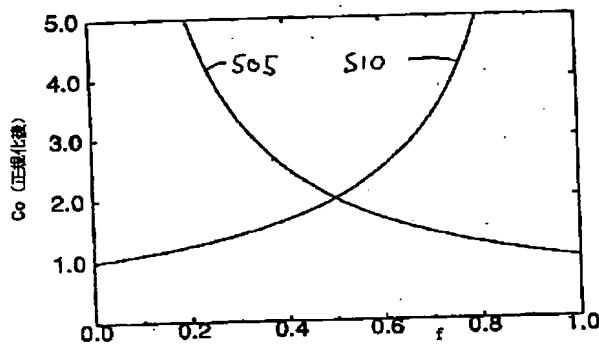
【図2】



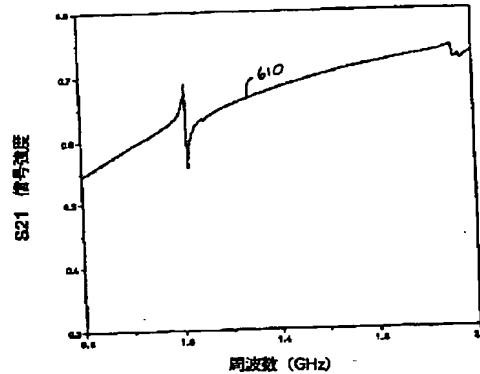
【図4】



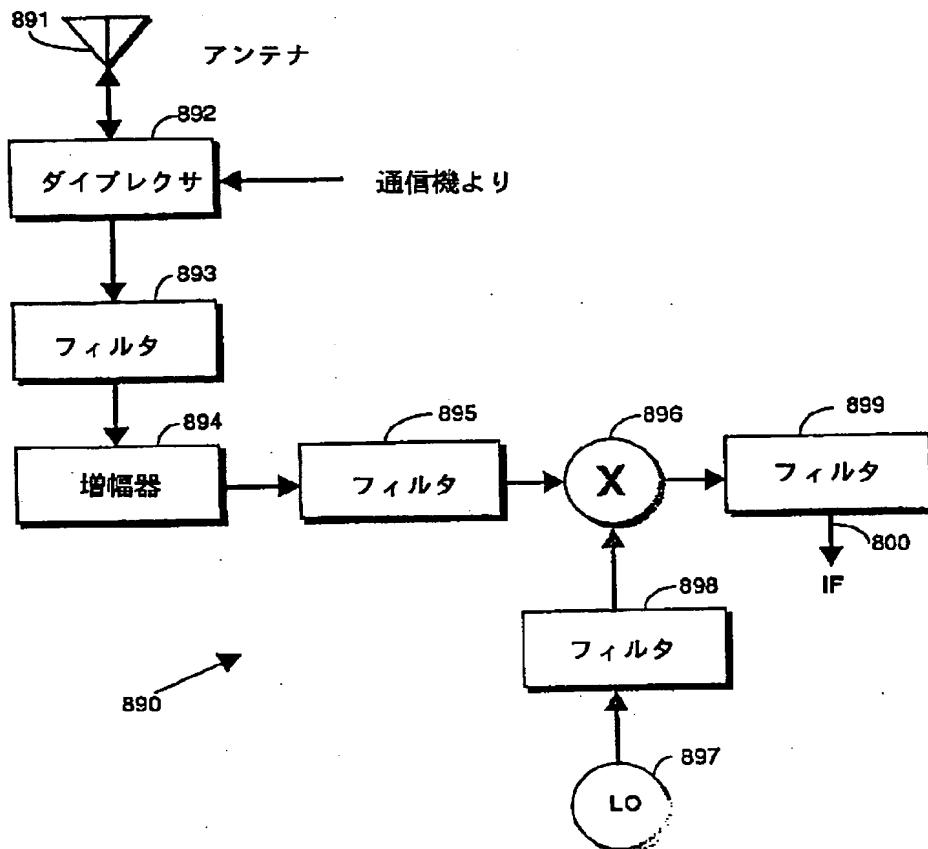
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 5

H 03 H 9/56  
H 04 R 1/28

識別記号 庁内整理番号

D 7719-5 J  
310 Z

F I

技術表示箇所

\* NOTICES \*

JP0 and NCIPI are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
  2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
  3. In the drawings, any words are not translated.
- 

Bibliography

---

- (19) [Publication country] Japan Patent Office (JP)  
(12) [Kind of official gazette] Open patent official report (A)  
(11) [Publication No.] JP, 6-295181, A  
(43) [Date of Publication] October 21, Heisei 6 (1994)  
(54) [Title of the Invention] Frequency-selective component  
(51) [The 5th edition of International Patent Classification]  
G10K 11/04            7346-5H  
H01L 41/08  
H03H 9/02            M 7719-5J  
9/17            F 7719-5J  
9/56            D 7719-5J  
H04R 1/28        310 Z  
[FI]  
H01L 41/08        Z 9274-4M  
[Request for Examination] Un-asking.  
[Number of Invention(s)] 4  
[Mode of Application] FD  
[Number of Pages] 8  
(21) [Application number] Japanese Patent Application No. 6-24973  
(22) [Filing date] January 28, Heisei 6 (1994)  
(31) [Application number of the priority] 011924  
(32) [Priority date] February 1, 1993  
(33) [Country Declaring Priority] U.S. (US)  
(71) [Applicant]  
[Identification Number] 390009597  
[Name] Motorola, Incorporated  
[Name (in original language)] MOTOROLA INCORPORATED  
[Address] American Illinois pretty BAGU, the yeast argon Queen load 1303  
(72) [Inventor(s)]  
[Name] Lawrence Noah dross key

[Address] American Arizona Scottsdale, the yeast KOCHAISU drive 9638  
(72) [Inventor(s)]  
[Name] Luc CHOUN baud Mann  
[Address] American Arizona Phoenix, yeast OWATTOKI 3729  
(74) [Attorney]  
[Patent Attorney]  
[Name] Honjo Elegant rule (besides one person)

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
  2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
  3. In the drawings, any words are not translated.
- 

Epitome

---

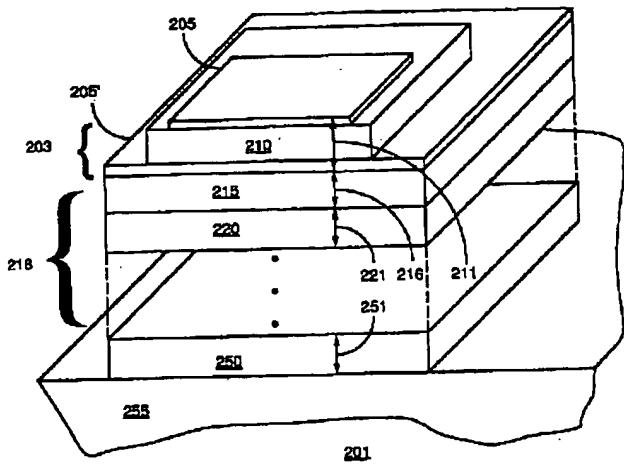
(57) [Abstract]

[Objects of the Invention] The approach of creating a strong frequency-selective component (201, 301) and a frequency-selective component (201, 301) mechanically is offered.

[Elements of the Invention] Said frequency-selective component (201, 301) contains the substrate (255) which has the 1st page at least, and the acoustic-impedance converter (218) combined with this substrate (255). Said acoustic-impedance converter (218) changes the acoustic impedance of a substrate (255) into the 2nd acoustic impedance. A frequency-selective component (201, 301) contains further the mechanical resonator (203, 301) arranged on said acoustic-impedance converter (218). Said frequency-selective component (201, 301) prepares a frequency-selective function.

---

[Translation done.]



---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
  2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
  3. In the drawings, any words are not translated.
- 

## CLAIMS

---

### [Claim(s)]

[Claim 1] a frequency-selective component (201, 301) -- it is -- : -- substrate (255); which has the 1st page -- a sound resonance means (203, 301) for it to be combined with said substrate (255), to be arranged on acoustic-impedance conversion means (218); which changes the acoustic impedance of said substrate (255) into the 2nd acoustic impedance, and said acoustic-impedance conversion means (218), and to prepare a frequency-selective function -- since -- the frequency-selective component characterized by changing.

[Claim 2] Step which prepares the substrate ingredient (255) which is the approach of creating a sound resonator (201, 301), and has the :(a) 1st acoustic impedance;  
(b) the step which combines with said sound reflector (218) one fourth of the piezo resonators (201, 301) of thickness (211;320;310') of step;

which arranges a sound reflector (218) on said substrate ingredient (255), and the (c) 1st acoustic wave length -- since -- the approach characterized by changing.

[Claim 3] The 1st layer which is a multilayer sound reflector (218), has the : (a) 1st acoustic impedance, and contains one fourth in the 1st frequency of the thickness (251) of acoustic wave length (250); (b) the 2nd layer (220) which has the 2nd bigger acoustic impedance than said 1st acoustic impedance, and has been arranged on said 1st layer (250) including one fourth of the thickness (221) of the acoustic frequency in said 1st frequency -- since -- said multilayer sound reflector (218) characterized by changing and changing a low acoustic impedance into a high acoustic impedance.

[Claim 4] It is combined with said substrate (255). radio frequency equipment (890) -- setting -- a sound resonator (201, 301) -- : -- substrate (255); which has the 1st page at least -- Change the acoustic impedance of said substrate (255) into the 2nd acoustic impedance. It is arranged on acoustic-impedance converter (218); and said acoustic-impedance converter (218). the sound resonator (201, 301) which has one fourth of the thickness (211;320;320') of acoustic wave length, and was equipped with the frequency-selective function -- since -- the radio frequency equipment characterized by changing.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] About the frequency-selective (microfabricated) component by which minute processing was generally carried out, this invention will be especially a sound frequency selective device and the

thing about a thin film mold sound resonant element, if specified further.

[0002]

[Description of the Prior Art] A frequency complement component is important for many electronic products which need the stable signalling frequency and the capacity to perform distinction between signals based on frequency diversity. These functions are difficult for high moreover dependability being realized with sufficient repeatability in a monolithic configuration with other minute electronic components, such as a transistor and diode.

[0003] One technique for realizing a frequency-selective function is using the mass (for example, coming down \*\*) made possible in vibration by one dimensions or more. Such mass was supported at an important point like the former, for example, a perimeter, one edge, or an edge, and has been realized as a thin film which forms resonance structure. Since such structure can specify mechanical resonance clearly, the practicality as the filter in an oscillator circuit or a frequency stabilization feedback element is important, for example.

[0004] The serious fault of a former thin film resonator is needing creation of independence thin film membrane (free-standing thin film membrane). Typically, this creation forms a sacrifice layer and is performed by making thin film membrane adhere after that. A sacrifice layer is removed alternatively next and a self-support mold thin film layer remains.

[0005] Apart from this, the substrate ingredient to which the thin film layer was made to adhere is etched from a tooth-back side, and there is a method of preparing opening which arrives at even the inferior surface of tongue of membrane. This can be attained by using together with the surface layer of the ingredient which has different doping from the case of bulk using the etching reagent which has the etch rate which induces doping of a semiconductor material. Using the single or two or more surface layers from which a presentation and/or a crystal (crystallography) configuration, or orientation differs, a thin film layer is formed in the other selectable approaches following etching or other processings, and removing the ingredient which is directly under it a little alternatively is included in them. Many of such techniques U.S. Pat. No. 4,556,812 of G.R.Kline et al., "Acoustic Resonator With aluminum Electrode On An AlN Layer And Using a GaAs Substrate" (December 3, 1985), U.S. Pat. No. 3,313,959 of G.Dill, "Thin Film Resonance Device" (April 11, 1967), T.Inoue et al U.S. Pat. No. 4,456,850, "Piezoelectric Composite Thin Film Resonator" (June 26, 1984), U.S. Pat.

No. 4,502,932 of G.R.Kline et al, "Acoustic Resonator And Method Of Making Same" (March 5, 1985), U.S. Pat. No. 4,460,756 of Wanget al., "Method Of Making A Piezoelectric ShearWave Resonator" (in 1987) February 3 and U.S. Pat. No. 4,642,508 of H. Suzuki et al., "Piezoelectric Resonating Device" (February 10, 1987), J. U.S. Pat. No. 4,719,383 of S. Wang et al., "Piezoelectric Shear Wave Resonator AndMethod Of Making Same" (January 12, 1988), U.S. Pat. No. 5,011,568 of S.D. Brayman et al., "Use Of Sol-GelDerived Tantalum Oxide As A Protective Coating For Etching Silicon" (April 30, 1991), U.S. Pat. No. 5,075,641 of R.J. Weber et al., "High Frequency Oscillator Comprising Thin Film Resonator And Active Device", It reaches. E.A U.S. Pat. No. 5,162,691 of Mariani et al., It is indicated by "Cantilevered Air-Gap Type Thin Film Piezoelectric Resonator' (November 10, 1992) and these patents are incorporated here as reference.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] A certain another technique needs formation (for example, conductor arranged under this beam) of the cantilever-like beam combined with the adjoining structure in capacity. This beam vibrates freely and has one or more resonance frequency. When [ at which needing independence (free-standing) structure and a beam contact adjacency structure ] case or contacting, it is included in the fault of such technique that a beam may paste it.

[0007] Moreover, since there is the need of removing the substrate ingredient in a sacrifice layer and/or a lower layer, while the ease of manufacture is restricted, it will become too brittle structure to the force applied from the outside. These factors act so that the manufacture yield may be reduced and the robustness of the resonator component after completion may also be reduced further.

[0008] Therefore, the equipment which offers the thin film resonator which has a strong mechanical supporter and was equipped with frequency selective characteristics, and the approach of forming this equipment are needed.

[0009]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned problem, it is new and the improved equipment which consists of the substrate which has the 1st page at least, the acoustic-impedance converter combined with this substrate, and the sound resonator arranged on this acoustic-impedance converter is offered. Said acoustic-impedance converter changes the acoustic impedance of said substrate into the 2nd acoustic impedance. Said sound resonator gives a frequency-selective function.

[0010] This is not indispensable although it is desirable for said sound resonator to contain the 2nd electrode on the 1st layer of the 1st electrode on said acoustic-impedance converter and the piezoelectric material on this 1st electrode and the 1st layer of this piezoelectric material in the suitable example. The 2nd layer of piezoelectric material is on said 2nd electrode, and the 3rd electrode is on the 2nd layer of said piezo ingredient. said 1st, 2nd, and 3rd electrodes -- respectively -- the [ the 1st, the 2nd and ] -- it becomes 3 electric contacts. These 1st, 2nd, and 3rd electrodes and the 1st of said piezoelectric material and the 2nd layer have one fourth of the bond length of acoustic wave length.

[0011] Realizing is desirable when a sound reflector contains the 1st layer which has the 1st acoustic impedance, and the 2nd layer which has the 2nd bigger acoustic impedance than said 1st acoustic impedance. The 1st and said 2nd layer have one fourth of the thickness of acoustic wave length in said 1st frequency. Said sound reflector changes a low acoustic impedance into a high acoustic impedance.

[0012] This invention also offers the approach of creating a sound resonator further. This approach consists of the step which prepares the substrate ingredient which has the 1st acoustic impedance, the step which arranges a sound reflector on said substrate ingredient, and the step which combines one fourth of the piezo resonators of thickness of the 1st acoustic wave length with said sound reflector.

[0013] Although it is desirable to include the step which arranges two or more 1st layer which has the 2nd acoustic impedance on said substrate ingredient as for said approach, it is not indispensable. The thickness of said two or more 1st layer is 1/4 of said 1st acoustic wave length respectively. Moreover, although it is desirable to include the step which arranges two or more 2nd layer which has the 3rd acoustic impedance on said substrate ingredient as for said approach, it is not indispensable. The thickness of said two or more 2nd layer is 1/4 of said 1st acoustic wave length respectively. Said 2nd and 3rd acoustic impedances are not equals mutually.

[0014] Although it is desirable to include the step which combines the 1st electrode with said sound reflector, the step which combines a piezoelectric-material layer with said 1st electrode, and the step which combines the 2nd electrode with said piezoelectric-material layer as for said approach, it is not indispensable. Said 1st electrode, a piezo ingredient layer, and the 2nd electrode have one fourth of the bond length of said 1st acoustic wave length.

[0015] It is not indispensable although it is desirable to include the

step to which said approach combines the 1st electrode with said sound reflector in other suitable examples, the step which combines a piezoelectric-material layer with said 1st electrode, the step which combines the 2nd electrode with said piezoelectric-material layer, the step which combines the 2nd piezo-electricity layer with said 2nd electrode, and the step which combines the 3rd electrode with said 2nd piezo-electricity layer.

[0016]

[Example] This invention is especially indicated in the attached claim. However, a more perfect understanding of this invention can be acquired by taking them into consideration with reference to detailed explanation and a detailed claim based on the drawing which the same reference number shows the same element in all drawings.

[0017] Drawing 1 shows the side cross section of the sound resonator 15. The sound resonator 15 consists of a substrate 110 and the piezo-electric layer 150 which has an electrode 157, 159 and thickness 152. As for thickness 152, the one half of acoustic wave length or its odd times are chosen typically.

[0018] A substrate 110 functions as mechanical support for the auxiliary component (not shown) contained as a part of large minute electronic devices, such as the piezo-electric layer 150, an electrode 157, 159 and a transistor, diode, a capacitor, and a resistor. When a substrate 110 consists of a semiconductor material (an unit or plurality) or is compatible with it, it is convenient (for example, the silicon on sapphire, the cadmium sulfide on glass, etc.). In a semiconductor material with current, especially an interest, they are a diamond, silicon, germanium, and a gallium arsenide, The ingredient of III-V groups, such as phosphorus-sized in DIUMU, and cadmium sulfide, Although the ingredient of II-VI groups, such as lead oxide (zinc oxide), for example, SixGel-x, AlxGal-xAs, and an alloy like InxAII-xP are contained, it is not the semantics of limiting to these. Cube-like semi-conductors (for example, Si, germanium, GaAs, etc.) are prepared as a wafer which has {100} front faces in many cases. For example, the front face is prepared in order to be ground or to use as a substrate of a semiconductor device. Other useful orientation includes {110} and {111} sides.

[0019] In many cases, a semi-conductor substrate is "incorrect orientation (misoriented) orientation" Carried out to some extent, and is prepared, and he is trying to avoid the problem relevant to a semiconductor device manufacture process. This may need the consideration about the detail design of the sound resonator created on

it depending on the specific details of resonator structure.

[0020] An acoustic impedance  $Z_a$  changes with the consistency and stiffness of mass, and is expressed with the following formula.

$$Z_a = (\rho * c) \cdot 0.5 \quad (1)$$

On the other hand, acoustic velocity  $V_a$  changes according to the following formula.

$$V_a = 0.5 \cdot (c / \rho) \quad (2)$$

One component of acoustic reflection coefficient  $\gamma_{mm}$  arises from the mismatching of an acoustic impedance (setting to the interface between media different, for example), and is similarly indicated to be a well-known impedance mismatch reflection coefficient type.

$$\gamma_{mm} = (Z_t - Z_0) / (Z_0 + Z_t) \quad (3)$$

Here,  $Z_t$  expresses a terminal impedance (terminating impedance) and  $Z_0$  expresses the description impedance of a transmission medium. Therefore, the free surface corresponds to a too low impedance, and gives the reflection coefficient of -1. The front face which, on the other hand, has a finite consistency and/or rigidity gives the reflection coefficient of +1. The free surface allows movement of a particle, while a high impedance front face "binding tight (clamp) tight" movement of a particle tight. Therefore, the example of high impedance termination (termination) has rigidity, it consists of the matter with a high consistency (for example, tungsten), and, on the other hand, low impedance termination is matter which has low rigidity and low quality amount consistencies (mass density) (for example, silicone rubber, air, etc.).

[0021] It is the width-of-face Figs. which simplified [ that it is the sound resonator 201 by this invention, ] drawing 2 . The sound reflector 218 is arranged on a substrate 255 including the quarter-wave length resonator 203 with which the sound resonator 201 has been arranged on the sound reflector 218.

[0022] The quarter-wave length resonator 203 equips each \*\* of the piezo-electric layer 210 with electrode 205, 205'. Electrode 205, 205' and the piezo-electric layer 210 have thickness 211, and are on the sound reflector 218.

[0023] The sound reflector 218 contains two or more ingredient layers. Here, it expresses as the layer 215 which has thickness 216 for them, the layer 220 which has thickness 221, and a layer 250 which has thickness 251. An ellipse shows other layers allotted between layers 220, 250. A layer 250 is arranged on the substrate 255 similar to a substrate 110 ( drawing 1 ).

[0024] It has a different acoustic impedance, and the layer

215, 220...250 of the sound reflector 218 is chosen in the suitable example so that the sound reflector 218 may contain quantity and a low acoustic-impedance ingredient layer by turns, while it is chosen so that it may have the thickness 216, 221...251 equal to one fourth of acoustic wave length respectively (for example, layer 250 which has an acoustic impedance higher than a substrate 255). Therefore, the sound reflector 218 presents the Ferranti effect (Ferranti effect). this -- the sound reflector 218 -- the odd layers 215, 220, 250 -- when it consists of ..., the low impedance (for example, impedance of a substrate 255) in the 1st edge of the transmission line like the sound reflector 218 is changed into a high impedance in the 2nd edge (for example, adjoining electrode 205'). This is W. E. Newell. It is discussed in the paper (Proceedings of the IEEE, pp. 575 -581, and June 1965) of "Face-Mounted Piezoelectric Resonators", and this is incorporated here for reference.

[0025] When it consisted of the layer of the odd number to which it is located on the ingredient (for example, substrate 255) with which the sound reflector 218 has a low acoustic impedance, and the sound reflector 218 has one fourth of the die length of acoustic wave length respectively, these people discovered that the sound reflector 218 could be used useful, in order to bring about a high impedance. The effective impedance which the sound reflector 218 brings about increases, when the layer (for example, layer 250, 215) of the 1st, 3rd [ \*\* ], and 5th grade has a high acoustic impedance and the layer (for example, layer 220) of the 2nd, 4th [ \*\* ], and 6th grade has a low acoustic impedance.

[0026] Although the sound reflector 218 is expressed with drawing 2 as what consists of a series of quarter-wave length parts, this contractor will admit that impedance conversion is realizable with the technique in which many differ. For example, [ whether a taper-like impedance medium (for example, opposite numerical / hyperbola-/or the impedance outline (profile) created specially can be used useful) is optimized, and a high impedance is brought about and ] Or die length (thickness) is reduced and given impedance conversion is performed, Modern Transmission Line Theory and Applications by for example, the well-known principle or L. N. Dworsky (John Wiley and Sons) Although it is realizable with the technique according to the principle discussed in Chapter 2 and bibliography in New York and 1979, being limited to these does not have intention. What is necessary is just to change the presentation of the sound reflector 218 to the edge which approaches a resonator 203 most from the edge which approaches a substrate 255 most, in order to form an acoustic impedance in the shape of a taper. such presentation change performing sputtering continuously from two or more targets, and

changing the dwell time (dwell time) on each target, or adhering a thin ingredient layer and changing the number of the continuation layers of each ingredient -- or in this technique, many other well-known techniques realize effectively.

[0027] Further, when the sound reflector 218 brought about a high acoustic impedance in the end, it has been arranged at the end concerned and the thickness of electrode 205', the sound resonator containing 205, and piezoelectric material 210 was set to one fourth of acoustic wave length, the useful thing also discovered these people. Since the following table side of a sound resonator is bound tight, this becomes possible.

[0028] drawing 3 -- the [ of this invention ] -- the sound resonator 301 by 1 suitable example -- having simplified -- etc. -- width of face -- a Fig. -- it is . The sound resonator 301 contains electrode 305" and 305' also in each \*\* of piezo-electric layer 310' while it is similar with the sound resonator 203 ( drawing 2 ) and contains electrode 305, 305" in each \*\* of the piezo-electric layer 310. Piezo-electric layer 310, 310' has thickness 320, 320', respectively, and this thickness 320, 320' contains the thickness of electrode 305, 305' and 305." the thickness 320, 320' whole -- the [ of this invention ] -- it becomes one fourth in 1 suitable example of the thickness of acoustic wave length. electrode 305' -- electrode 205' ( drawing 2 ) -- corresponding -- the [ for example, / of this invention ] -- it is arranged on a sound reflector like 218 ( drawing 2 ) of 1 suitable example.

[0029] As for piezo-electric layer 310, 310' ( drawing 3 ) and 210 ( drawing 2 ), it is desirable to consist of the piezo-electric (or electrostriction (electrostrictive)) ingredient which has electromechanical coupling coefficients which can be permitted, such as AlN, ZnO, and CdS. It is desirable electrode 305, 305' and for 305" ( drawing 3 ) and 205, 205' ( drawing 2 ) to consist of films of a metallic material (for example, aluminum or an aluminium alloy) which have low sound loss and a desirable electric conduction property. As for a reflector 218 ( drawing 2 ), it is desirable to consist of two or more layers which a sound propagation loss like glass depends on a low ingredient. Although it is convenient to realize as two or more metal layers as for a reflector 218, such a configuration is because the metal membrane is convenient to the manufacture and patterning in the latest minute processing facility, while making easy contact of electrode 205' ( drawing 2 ) or 305'. The vertical acoustic feature (longitudinal acoustic properties) of some kinds of typical ingredients was summarized in the lower table 1. The shear property which can be compared is

adopted and the resonator using shearing vibration mode is modeled. Table 1 -- stiffness C33 -- 1011 -- a division -- carrying out (N/m<sup>2</sup>) -- expressing -- a consistency rho -- a kilogram / m<sup>3</sup> -- expressing -- the acoustic velocity Va of a longitudinal wave -- meter/second -- expressing -- acoustic-impedance Zo/A per unit field -- 107 -- a division -- carrying out (watt / m<sup>2</sup>/(m/s)<sup>2</sup>) -- it has expressed. An ingredient C33 rho Va Zo/A ZnO 2.31 5670 6388 3.62 SiO<sub>2</sub> 0.79 2200 5973 1.31 GaAs 1.12 5300 4597 2.44 aluminum 1.11 2700 6300 1.72 W 5.81 18400 5450 10.1 Table 1 The property of the typical ingredient of acoustic feature others of an ingredient From NTIS and/or DTIC especially (among other places) [ available ] It is based on A.Slobodniket al. "Microwave AcousticsHandbook Were entitled : Volume 1A. SurfaceWave Velocities." Air Force Cambridge Research Laboratories Report AFCRL-TR -73-0597 and the volume relevant to this, and \*\* -- it is obtained in the various information sources [ like ]. The information beyond this is also found out in "Principles of Acoustic Devices" and "Acoustic Fields and Waves in Solids" by B.Auld by V.Ristic, the 1st, and the 2nd volume.

[0030] Electrode 305, 305' and 305" ( drawing 3 ) perform electrical installation to the sound resonator 301. For example, electrode 305, 305" may be equipped with the input electrical-and-electric-equipment port which has the related \*\* capacitance (motional capacitance) Cm1, and, on the other hand, you may have the output power port which has the electrode 305" and movement capacity Cm2 to which 305' relates. The \*\* capacitance Cm is connected with electrostatic capacity C0 by the electromechanical coupling coefficient K2. That is, it is expressed  $C_m/C_0=8K_2/\pi$  2. Detailed explanation of the modeling of a sound resonator is V.E.Bottom. "Introduction to Quartz CrystalUnit Design" (Van Nostrand Rheinhold Company: New York, 1982) to depend It sees.

[0031] drawing 4 -- the [ of this invention ] -- the ratio of the thickness of the 1st resonance element to the 1st of the resonator structure 301 ( drawing 3 ) by 1 suitable example and the relative \*\* capacitance for part II (Cm1, Cm2), and the thickness of the whole resonator -- relation with f is illustrated.

[0032] this example -- electrode 305, 305" -- to the fraction f obtained when thickness 310 is compared with whole thickness 310+310" (the division was done), the \*\* capacitance Cm1 measured in between changes so that it may be shown by the curve 405 of drawing 4 . on the other hand -- electrode 305' and 305" -- the \*\* capacitance Cm2 measured in between changes like the curve 410 in case thickness 310' subtracts thickness 310 from 1/4 of wavelength (as opposed to f).

[0033] In the suitable example of this invention, Fraction f was about finfinity0.77 desirably, and these people discovered that optimum performance was obtained, when set to Cm1 infinityCm2. "infinity": Mean an almost equal thing. When Fraction f is chosen so that it may be set to Cm1 !=Cm2, an inductor is needed for the resonator exterior as a result. While the ratio (Q) to the energy with which the energy accumulated by including the loss accompanying an inductor and it was lost falls and filter loss and a footprint (footprint) increase, a design, structure, and direction for use of a filter will be complicated. For example, Fraction f is useful at the time of less than 25% of about 0.77, less than 10% of about 0.77 is desirable, and 5% of about 0.77 is desirable.

[0034] drawing 5 -- the [ of this invention ] -- it is the graph which shows relation with the fraction f ( drawing 4 ) previously defined as the relative electrostatic shunt capacity to a part for the 1st of the resonator structure of drawing 3 , and part II by 1 suitable example. In drawing 5 , a curve 505 corresponds to a curve 405 and a curve 510 corresponds to a curve 410. Selection of f= 0.77 obtains the capacity factor of about 2.5:1. Therefore, the filter which carries out the internal organs of the cascaded resonator which has topology (topology) called an input-A1B1-A2B2-output will have an asymmetric (that is, it differs) input and an output electric impedance. A and B correspond to the previous input electrical-and-electric-equipment port and previous output power port of an example, respectively, and subscripts 1 and 2 correspond to the 1st and 2nd resonators here, respectively. Having the same input and an output electric impedance should just use topology like an input-A1B1-B-2A2-output in a desirable application, for example. Example drawing 6 includes the segment showing the measurement result of a response of the sound resonator by this invention. The shaft of drawing 6 is adjusted to the frequency (an axis of abscissa, 0.6-2.2GHz) expressed with on-the-strength (axis-of-ordinate, 0.5-0.8) opposite GIGAHERUTSU of a sending signal. A segment 610 shows the resonance strictly specified in a frequency slightly higher than 1GHz.

[0035] The measurement result 610 of a response was taken from the resonator which is in agreement with the structure of drawing 2 , and two-layer [ of aluminum with a thickness of 0.88 micrometers ] (it corresponds to a layer 220) is inserted with a thickness of 0.76 micrometers in three layers (it corresponds to a layer 250, 215) of W, and it forms a sound reflector (it corresponds to the sound reflector 218) on a GaAs substrate (it corresponds to a substrate 255) here. These can obtain a remarkable acoustic-impedance ratio (see previous Table 1),

electric contact is easy for W and aluminum having been chosen as these layers, and, moreover, it is because it is convenient for manufacture. A ZnO layer (it corresponds to the piezo-electric layer 210) with a thickness of 0.84 micrometers is arranged on a sound reflector. The frequency and the thickness raised previously of the resonance shown in a segment 610 have suggested that the resonance observed about this structure corresponds to shear mode rather than the longitudinal mode in relation to the vertical property of Table 1. It is predicted that the longitudinal mode has the resonance frequency of about 1.8GHz according to an above-mentioned dimension and the physical characteristic of Table 1.

[0036] The thin film (about 1000A) of silicon nitride is made to adhere with plasma strengthening chemical vapor deposition on W layers of the topmost part, and a ZnO layer, and those layers are protected from the etching reagent used for carrying out patterning of the various parts of experimental resonator structure. For example, although a ZnO layer is etched using HNO<sub>3</sub>:HCl:H<sub>2</sub>O (volume ratio 3:1:4), since this etching reagent eats W, aluminum, and/or GaAs away, it is protected from such pervasion by the silicon nitride layer used as a foundation. A well-known etching reagent is used for pattern NINGU of W and aluminum layer in ultra-fine processing technology.

[0037] Drawing 7 is the simplified schematic diagram showing the useful usage in the radio frequency circuit 890 of the above-mentioned acoustic filter by this invention. The radio frequency circuit 890 is equipped with the antenna 891 which sends out or consults the signal from the diplexer 892 of arbitration. (A diplexer is combined with a transmitter at the time of use.) A diplexer 892 sends the signal which carries out Iriki to a filter 893. A filter 893 passes the band-limited signal which is acquired to amplifier 894. The signal from amplifier 894 passes along another band limit filter 895, and reaches a mixer 896. A mixer 896 also receives the signal from the partial oscillator 897 through the band limit filter 898. The mixed signal from a mixer 896 passes the band limit filter 899, a partial oscillator signal is removed here, and the signal acquired as a result is sent to IF of a receiver through an output 800.

[0038] Although a filter 893, 895, 898 and/or 899 are the thin film resonance filters of the type indicated here and it is advantageous to be created according to the structure and the approach of this invention, a filter from which a frequency or other properties change according to a specific request function is sufficient as them. For example, a filter 893 removes input RF frequencies other than the band which a receiver

makes a processing object. This is useful to especially a short-range receiver that is frequently needed for the application of a cellular phone machine and paging etc. In addition, the thin film resonator by this invention may be used for the partial oscillator 897 for a frequency stabilization element.

[0039] a filter 895 is the same as a filter 893 -- it is -- it is -- it can have a different passband and the signal of whether it generates with amplifier 894, the becoming higher harmonic which is not desirable, or others which is not removed with a filter 893 out of band is also removed. As for a filter 898, it is desirable to pass LO frequency and to intercept the higher harmonic which is not desirable. As for a filter 899, it is desirable to pass the sum or the difference of a frequency generated by the mixer 896, and to prevent a partial oscillator and an input RF frequency. This is important in order to avoid the saturation of the input stage of IF amplifier usually joined to the output 800. Thus, the property of an electronic instrument, especially a walkie-talkie will be improved as a result of the property that the thin film resonance filter of this invention has been improved.

[0040] In the above, the specific problem was conquered and the thin film resonator and approach of bringing about an advantage about the approach and device of the conventional technique were explained. The improvement to the well-known technique by this invention is greatest. The costs accompanying the technique of the conventional technique, complexity, big size, and a false response are avoided.

[0041] Other persons can make a previous specific example apply to an alteration and/or various applications easily, since explanation of an above-mentioned specific example clarifies the overall property of this invention enough, without deviating from an overall concept by applying the present knowledge. Therefore, such application and an alteration should interpret it as the semantics of the equal object of the indicated example, and a thing within the limits, and are meant such.

[0042] The text and vocabulary which were used here are for explanation, and should understand that it is not a thing for limitation. Therefore, this inventions are all alternatives applicable to the pneuma and the extensive range of the claim, reconstruction, and a thing that means equal and including modification.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
  2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
  3. In the drawings, any words are not translated.
- 

#### DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The sectional side elevation which the sound resonator by the conventional technique simplified.

[Drawing 2] The width-of-face Fig. which is a sound resonator by this invention, such as having simplified.

[Drawing 3] the [ of this invention ] -- the sound resonator by 1 suitable example -- having simplified -- etc. -- width of face -- a Fig. .

[Drawing 4] the [ of this invention ] -- the graph which shows the relative \*\* capacitance about a part for the 1st of the resonator structure of drawing 3 , and part II by 1 suitable example.

[Drawing 5] the [ of this invention ] -- the graph which shows the relative electrostatic shunt capacity about a part for the 1st of the resonator structure of drawing 3 , and part II by 1 suitable example.

[Drawing 6] The graph which shows the measured value of the response from the sound resonator by this invention.

[Drawing 7] The simplified schematic diagram showing some radio frequency equipments containing the acoustic wave filter by this invention.

[Description of Notations]

201, 301 Sound resonator

218 Sound Reflector

203 Quarter-wave Length Resonator

255 Substrate

210 Piezo-electric Layer

205, 205' Electrode

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

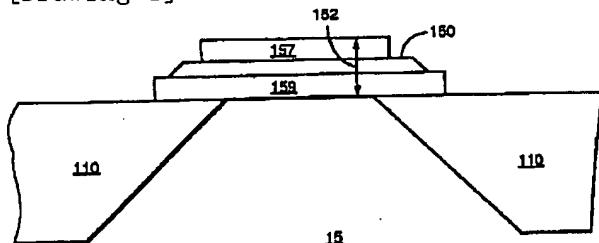
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

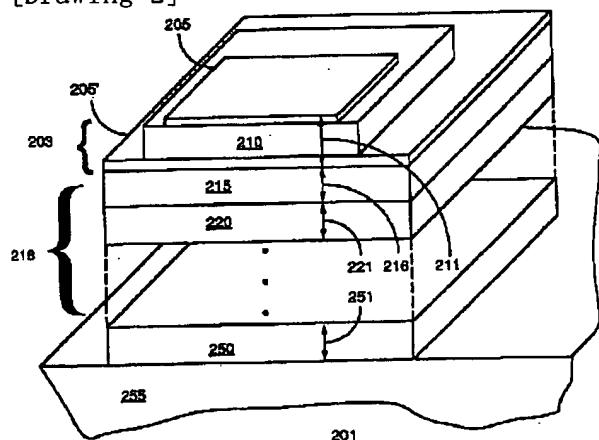
## DRAWINGS

---

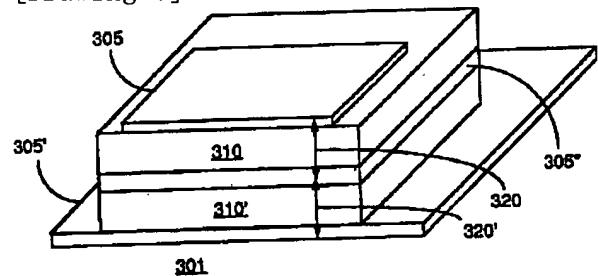
[Drawing 1]



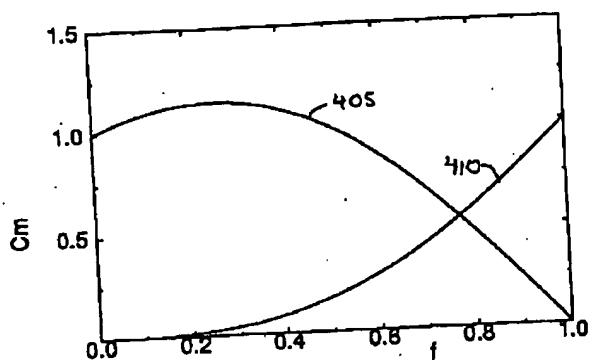
[Drawing 2]



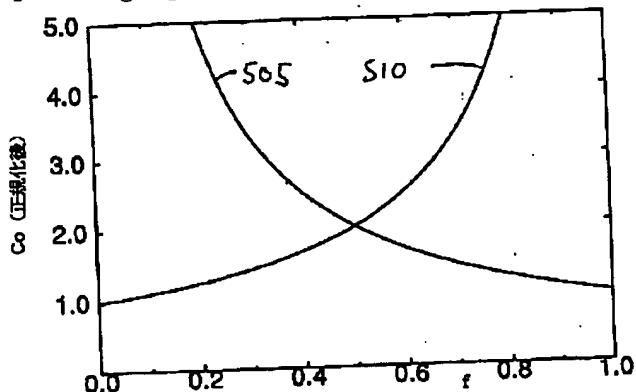
[Drawing 3]



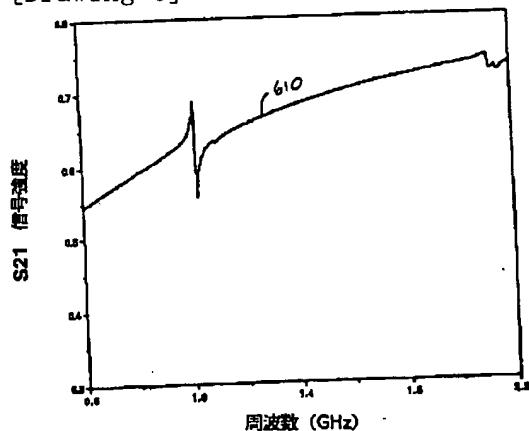
[Drawing 4]



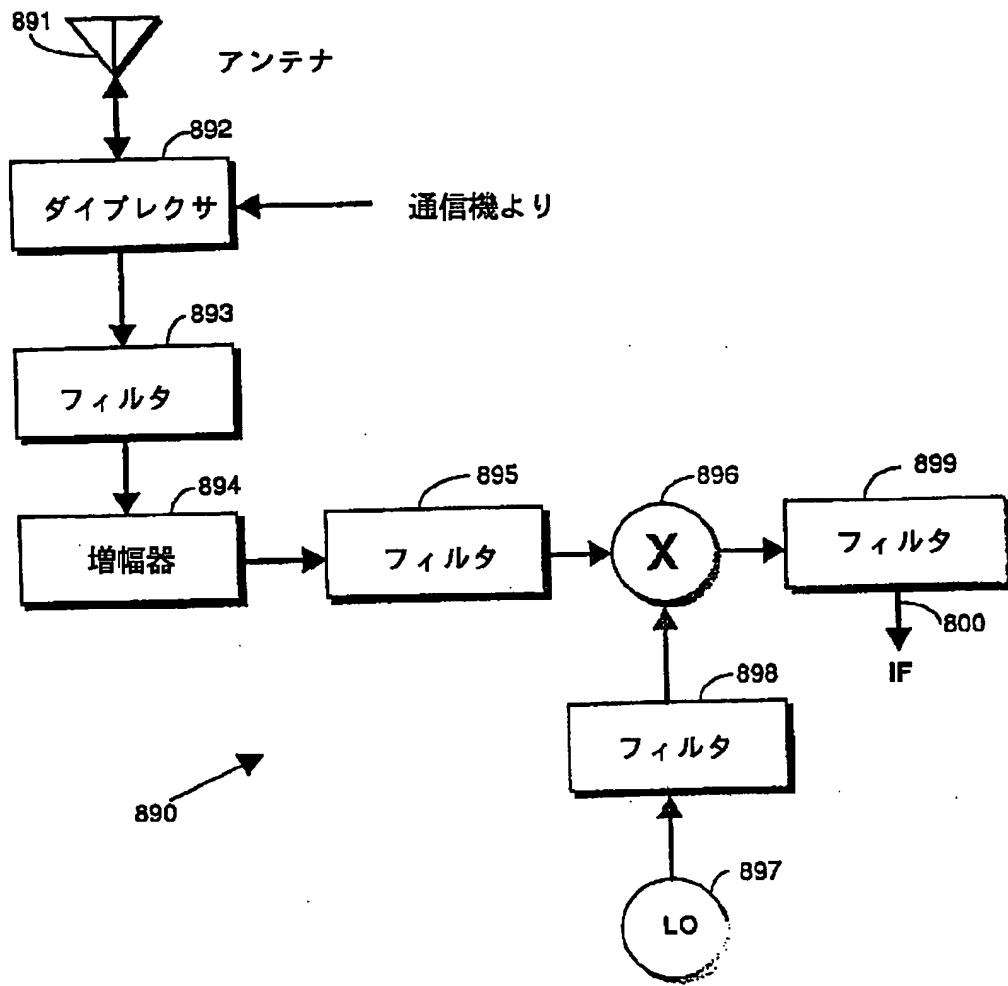
[Drawing 5]



[Drawing 6]



[Drawing 7]




---

[Translation done.]